

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС. ИЗУЧЕНИЕ ОПЫТА РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ

В ходе производственной (преддипломной и технологической) практики студентов энергетического факультета БНТУ специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций», проходившей в 2012/2013 учебном году в рамках реализации Государственной программы подготовки кадров для ядерной энергетики Республики Беларусь, в числе прочего будущие специалисты-ядерщики ознакомились с опытом решения вопросов экологической и радиационной безопасности на ряде атомных электростанций Российской Федерации, являющихся филиалами ОАО «Концерн Росэнергоатом» [1].

Экологическая и радиационная безопасность

Высшим приоритетом при эксплуатации российских АЭС, наряду с достижением высоких показателей экономичности и надежности, является решение вопросов экологической и радиационной безопасности, предполагающей системное и комплексное ведение природоохранной деятельности с целью снижения воздействия АЭС на окружающую среду до возможно низкого и практически достижимого уровня. Рассмотрим, как решаются эти вопросы на Калининской и Нововоронежской АЭС, где эксплуатируются энергоблоки с реакторами типа ВВЭР-1000 [1].

Калининская АЭС (КАЭС) – современное, крупное, технологически сложное и одновременно экологически благополучное предприятие. Здесь эффективно функционирует система экологического мониторинга, в зону наблюдения которой входят 49 охраняемых территорий, из них 16 памятников природы и 33 заказника. Многие виды флоры и фауны, которые здесь встречаются, занесены в Красные книги СССР, РСФСР и Тверской области.

Три десятилетия эксплуатации станции без инцидентов и аварий с

радиационными последствиями, загрязнением и негативным изменением окружающей среды показывают, что работа АЭС практически не влияет на экосферу области и сохраняет «нулевой» природный фон, в том числе за счет последовательной реализации целого ряда природоохранных мероприятий.

Например, с целью снижения тепловой нагрузки на озера Песьво и Удомля, формирующие водохранилище системы технического водоснабжения КАЭС, были построены 4 башенные градирни, дополнительный канал и струенаправляющая дамба (рис. 1), а также брызгальные бассейны охлаждающей воды ответственных потребителей [2].

Для сохранения численности рыбных популяций водозаборные сооружения станции оснащены поликонтактной импульсной рыбозащитной системой (ПИРС), предотвращающей попадание в них рыбы.

Доля КАЭС в суммарном объеме промышленных выбросов в Тверской области крайне мал – тысячные и сотые доли процента, при том что станция вырабатывает около 70 % электроэнергии, генерируемой в области [2]. Основным источником выбросов вредных веществ в атмосферный воздух является



С.М. СИЛЮК, к.т.н., профессор,
декан энергетического
факультета БНТУ



Н.Б. КАРНИЦКИЙ, д.т.н.,
профессор, заведующий кафедрой
«Тепловые электрические станции»
энергетического факультета БНТУ



С.А. КАЧАН, к.т.н.,
доцент кафедры

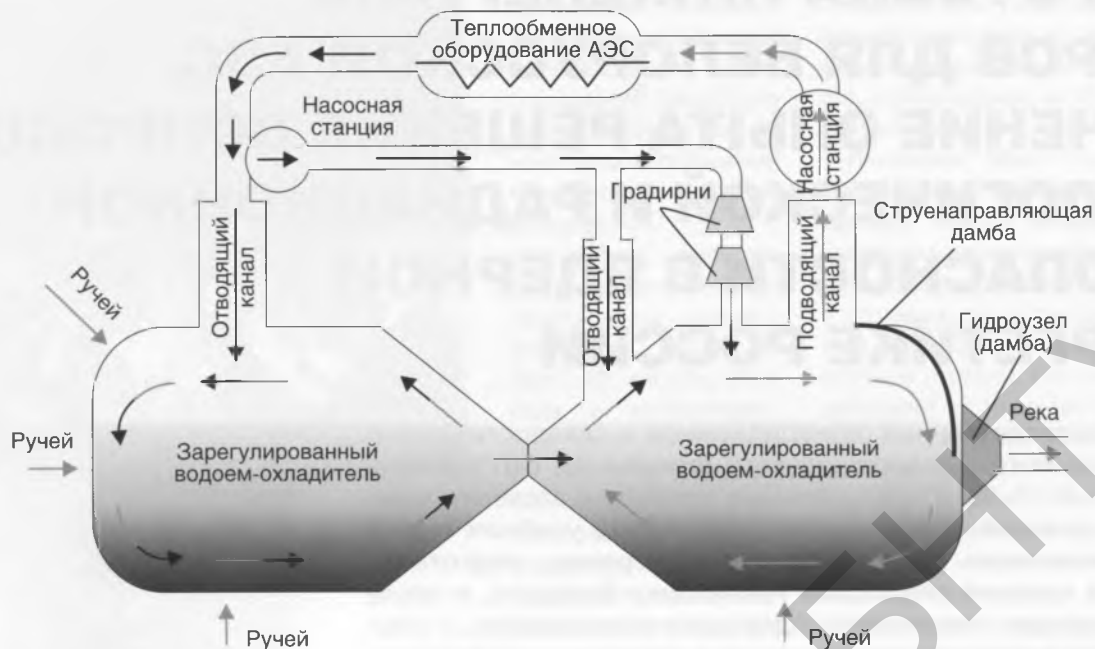


Рис. 1. Принципиальная схема оборотной системы технического водоснабжения Калининской АЭС с водоемами-охладителями озерного типа

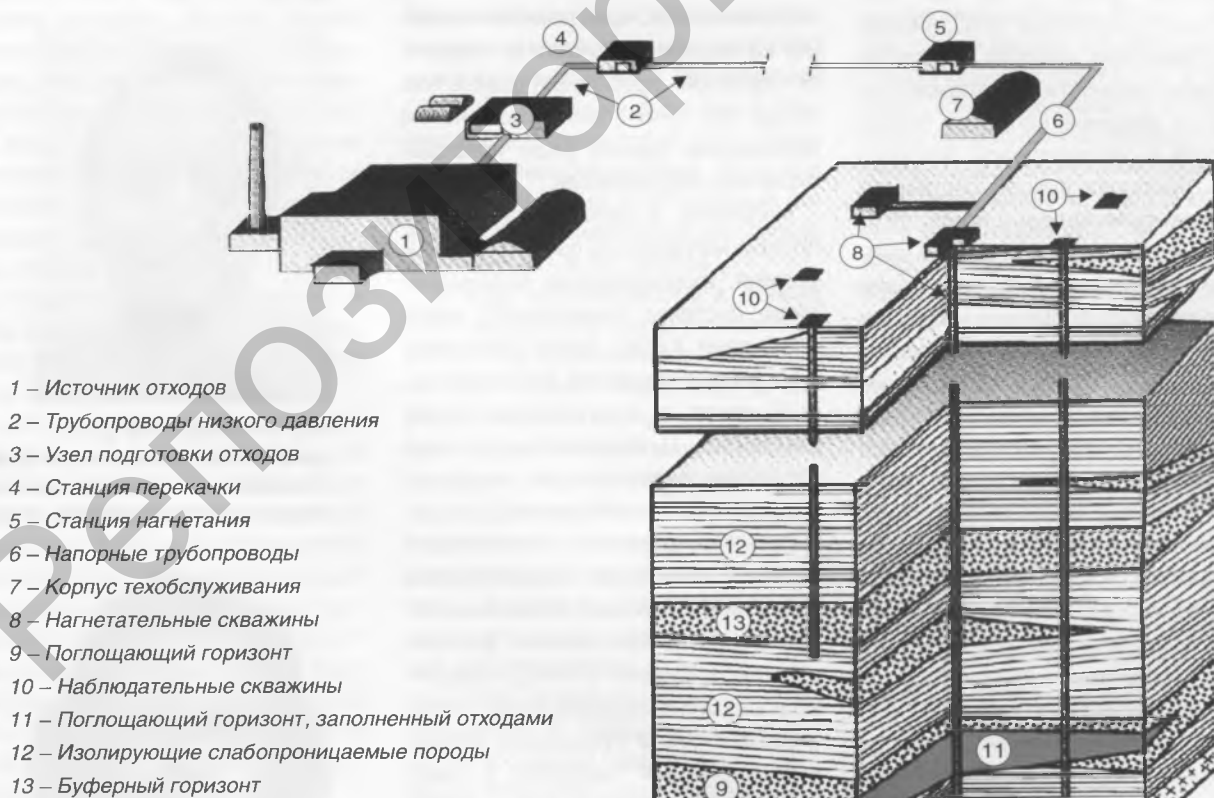


Рис. 2. Принципиальная схема глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов и промышленных стоков



Рис. 3. Камера ручной сортировки радиоактивных отходов

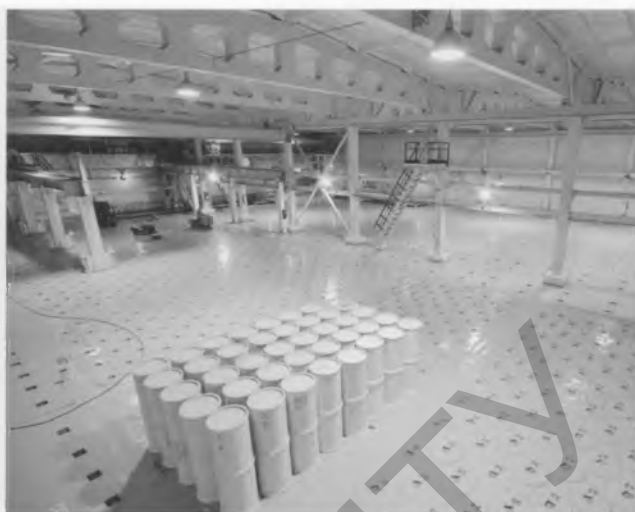


Рис. 4. Зал с емкостями с радиоактивными отходами

пускорезервная котельная, которая работает не более 200 часов в год – исключительно для опробования оборудования [2].

Традиционным способом обращения с растворами (промстоками), образующимися при подготовке воды для технологического процесса и периодической регенерации установок водоподготовки АЭС, является их сброс через пруды-охладители в поверхностные водоемы и водотоки, что приводит к постепенному засолению природных водных ресурсов. Одновременно сбрасываются и тритиевые воды, что обуславливает увеличение активности трития в окружающей среде.

Альтернативой такому способу является удаление отходов после соответствующей их очистки в глубокие пласты-коллекторы [3]. В 2007 году на КАЭС был введен в эксплуатацию полигон глубинного захоронения промышленных стоков (рис. 2) [3], позволяющий исключить сброс промышленных стоков и тритиевых вод в поверхностные водоемы.

Используемый для захоронения промстоков КАЭС пласт-коллектор залегает на глубинах в интервале 1280–1350 м. Он сложен тонкозернистыми песками, изолирован от поверхности пластами слабопроницаемых пород мощностью в несколько сотен метров и расположен в зоне затрудненного водообмена. Отметим, что это хранилище может также использоваться

для удаления отходов и с других АЭС и предприятий [3].

На КАЭС ведется постоянная работа по поддержанию высокого уровня ядерной и радиационной безопасности.

Так, отработанное ядерное топливо (ОЯТ) КАЭС после выдержки отправляется на Горно-химический комбинат (ГХК) г. Железногорска. Перевозка осуществляется в специальных контейнерах с надежной биологической защитой, способной противостоять удару даже при тяжелой железнодорожной аварии.

Стратегией Госкорпорации «Росатом» в области обращения с ОЯТ является его радиохимическая переработка для полного использования потенциала урана. Для реализации этой стратегической задачи на ГХК сооружается опытно-демонстрационный центр – экспериментальный завод по переработке ОЯТ реакторов на тепловых нейтронах. Ввод центра в эксплуатацию обеспечит возможность выделения ценных компонентов из ОЯТ для повторного использования в производстве энергии на АЭС.

Кроме того, на станции реализуются технологические схемы обращения с радиоактивными отходами (РАО), исключаящие их попадание в окружающую среду и предусматривающие сбор, сортировку, транспортировку, переработку, кондиционирование, хранение и (или) захоронение, учет и контроль РАО на разных стадиях жизненного цикла АЭС (рис. 3, 4) [4].

Для твердых и жидких РАО на промплощадке КАЭС предусмотрены специальные хранилища. Здесь же расположен комплекс переработки и хранения твердых РАО. Сбор твердых радиоактивных отходов (ТРО) производится в специально отведенных местах: они сортируются по категориям, физико-химическим свойствам, мощности дозы и методу переработки. На время проведения ремонта блоков дополнительные контейнеры для сброса ТРО устанавливаются в гермообъемах реакторных отделений блоков №№ 1–4. Транспортировка ТРО производится спецавтомобилями, а в зоне контролируемого доступа – ручными и электрическими тележками. При необходимости для безопасности перевозки используются защитные контейнеры или биозащита. В процессе переработки ТРО измельчают, прессуют и помещают в контейнеры для хранения с последующей герметизацией. Часть отходов поступает в установку сжигания, из которой радиоактивную золу направляют на узел цементирования, где производится ее омоноличивание и герметизация в контейнерах для хранения.

Отметим, что хранилище твердых РАО (ХТРО) является обязательным элементом структуры АЭС, без которого невозможна нормальная работа атомной станции.

На Нововоронежской АЭС (НВ-АЭС) ведутся работы по вводу в эксплуатацию нового ХТРО, одного из



Рис. 5. Временное хранилище твердых радиоактивных отходов

лучших на территории России по своей конструкции и предусмотренным техническим средствам (рис. 5) [5].

Проблема обращения с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО) на НВАЭС была частично решена с вводом в 1985–1993 годах установок глубокого упаривания, позволяющих производить отверждение ЖРО с затариванием образующегося твердого солевого продукта в стальные контейнеры, размещаемые в хранилищах ТРО.

После заполнения этих хранилищ было спроектировано и сооружено новое ХТРО для временного хранения 10 тыс. контейнеров с отвержденными низко- и среднеактивными солевыми отходами. Это отдельно стоящее здание, разделенное на два блока – производственный и вспомогательных служб. Внутри хранилище разделе-

но вертикальными перегородками с образованием ячеек, обеспеченных надежной гидроизоляцией, для поэтапного заполнения размещаемыми отходами. Контейнеры с солевым продуктом устанавливаются в ячейки штабелями высотой до 10 ярусов. Это хранилище является временным. Бочки в нем могут простоять до 30 лет, пока не закончится период полураспада и вещества станут менее опасными. По истечении срока временного хранения ТРО будут перевозиться на специализированные предприятия России для последующей переработки.

Необходимость ввода нового ХТРО на НВАЭС продиктована также тем, что большое количество ТРО будет образовываться при выводе из эксплуатации первого и второго энергоблоков АЭС, остановленных в 1984 и 1990 годах. При этом срок эксплуатации третьего, четвертого

и пятого продлен сверх проектного, и для их отходов также понадобятся хранилища.

НВАЭС – первая российская атомная станция с реакторами типа ВВЭР [1]. Поскольку строительство производилось поблочно, с разницей во времени, ее энергоблоки находятся на различных этапах жизненного цикла – от эксплуатации и вывода из эксплуатации до строительства нового блока – НВАЭС-2.

На сегодняшний день энергоблоки № 1 и № 2 уже переведены в ядерно-безопасное состояние (ОЯТ удалено из реакторов, бассейнов выдержки и вывезено с площадки АЭС). Процесс вывода из эксплуатации блоков предусматривает зачистку, дезактивацию и демонтаж грязного оборудования, снос или перепрофилирование зданий. При этом возможны сценарии как немедленного, так и отложенного на десятки лет (для снижения радиоактивности оборудования и конструкций) вывода энергоблоков из эксплуатации.

Планируется, что для первой очереди станции этот процесс, включая рекультивацию площадки в целях ее дальнейшего использования, займет порядка 60 лет.

На базе помещений и остановленного оборудования первой очереди НВАЭС планируется организовать опытный демонстрационный центр по отработке технологий глубокой дезактивации до допустимых уровней оборудования, помещений, ЖРО и ТРО [6]. Особым направлением исследований станут работы по извлечению и переработке содержимого старых хранилищ твердых РАО навалного типа.

Кроме того, принято решение о создании на НВАЭС специального комплекса, обеспечивающего максимальную безопасность при обращении с ЖРО. Внедрение новейших технологий и оборудования по переработке ЖРО до допустимых уровней мембранными методами, сооружение технологического комплекса плазменной переработки ТРО, позволяющего работать с несортированными отходами, имеющими включения металла, стекла, строительных и других негорючих отходов, и реализация ряда других мероприятий будут способствовать



Монтаж турбины энергоблока № 1 на Нововоронежской АЭС-2

существенному сокращению объема кондиционированных РАО. Для их хранения могут быть задействованы не используемые по прямому назначению помещения первой очереди.

Заключение

На российских АЭС ведется постоянная работа по повышению надежности, безопасности и экологичности как эксплуатации ядерных энергоблоков, так и обращения с промышленными и радиоактивными отходами. Эти задачи на сегодняшний день являются первостепенными. Их решение может в значительной мере обеспечить возврат доверия общества к атомной энергетике и дать импульс ее дальнейшему развитию.

Атомные электростанции – филиалы ОАО «Концерн Росэнергоатом»,

являясь современными предприятиями динамично развивающейся ядерной энергетики России, обеспечивают высокое качество проведения практики студентов специальности 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций». Полученные на АЭС опыт и знания полезны как студентам-практикантам, так и их руководителям от БНТУ, станут ценным подспорьем в учебном процессе и будут востребованы при эксплуатации Белорусской АЭС.

Список литературы

1. Силлюк, С.М. Подготовка инженерных кадров для Белорусской АЭС. Изучение опыта развития ядерной энергетики Российской Федерации / С.М. Силлюк, Н.Б. Карницкий, С.А. Качан, А.Л. Буров // Энергетическая стратегия. – 2013. – № 4 (34) июль–август. – С. 38–41.

2. Отчет по экологической безопасности за 2011 год. Центр общественной информации Калининской атомной станции. Издательство ООО «РТМ принт», 2012.
3. Окончательная изоляция ЖРО в глубоководных пластах-коллекторах. // А.И. Рыбальченко, А.А. Зубков, А.В. Понизов, В.В. Миронов, А.Д. Турковский // «Безопасность ядерных технологий и окружающей среды», 2011, № 1, <http://www.atomic-energy.ru/technology/40649>.
4. Калининская АЭС: с точки зрения радиоактивных отходов // <http://bigpicc.ru/page/kalininskaja-ajes-s-tochki-zrenija-radioaktivnyh>.
5. Нововоронежская АЭС: Состоялись обсуждения материалов обоснования лицензии на эксплуатацию ХТРО // <http://www.atomic-energy.ru/news/2012/06/18/34167>.
6. Переработка и кондиционирование РАО на АЭС для подготовки к окончательной изоляции // М.Р. Стахив, Ф.М. Апаркин, С.Б. Хубецов, В.Н. Рыжкова // <http://www.atomic-energy.ru/technology/40756>.